Der Beweis für die Existenz einer geometrisch bedingten, absoluten Gleichzeitigkeit.

von Maciej Zasada

Zusammenfassung: Es wird hier u.a. über den Umstand diskutiert, ob neben der bezugsbedingten (relativen), auch eine bezugsfreie (absolute) Gleichzeitigkeit existieren kann.

Ausgangsthese:

"Es seien A, B zwei Punkte des Inertialsystems K, etwa die Endpunkte eines relativ zu K ruhenden Stabes, dessen Mittelpunkt M sei. Von M werde ein Lichtsignal nach allen Seiten ausgesandt. Das Prinzip der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit zwingt uns zur Festsetzung, dass die Ankunft des Lichtsignals in A und die Ankunft in B gleichzeitig seien. Damit haben wir eine physikalisch sinnvolle Definition der Gleichzeitigkeit gewonnen."

A. Einstein

Notiz Einsteins: "Damit diese Definition widerspruchsfrei sei, ist folgendes nötig. Sind (α,β) und (α,γ) in bezug auf *K* Paare gleichzeitiger Ereignisse, so sind auch β und γ gleichzeitig. Wäre dies nicht, so könnte man an dem Prinzip der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit nicht festhalten".

Konsequenzen der Ausgangsthese:

1. Die vorliegende Ausgangsdefinition und ihre Voraussetzungen (Ruhen des Stabes bezüglich K, Konstanz der Lichtgeschwindigkeit) erlauben es, die **Ankunft** der *Lichtsignale* bei einem beliebigen Punktepaar AB als gleichzeitig zu betrachten, wenn diese, als ein einzelner, kugelförmiger Lichtsignal(!), aus dem Mittelpunkt M der Strecke AB heraus, ausgesandt werden.

2. Die vorliegende Ausgangsdefinition und ihre Voraussetzungen erlauben zudem, die jeweilige Strecke, welche das Licht bewältigen muss, um Punkte AB gleichzeitig zu erreichen, als einen individuellen Maßstab zu benutzen, dessen Einheit garantiert, dass eine Verdopplung, Verdrei- oder Vervielfachung der genannten Strecke, entsprechende Verdopplung, Verdrei- oder Vervielfachung der Zeit zur Konsequenz haben wird, welche das Licht dazu braucht, dieselbe vervielfachte Strecke zu bewältigen.

3. Die vorliegende Ausgangsdefinition und ihre Voraussetzungen, sowie meine eigene Überlegungen aus dem vorigen Abschnitt erlauben es, die Transitivität der Punktepaare bezogen auf ihre Gleichzeitigkeit anzunehmen, nämlich:

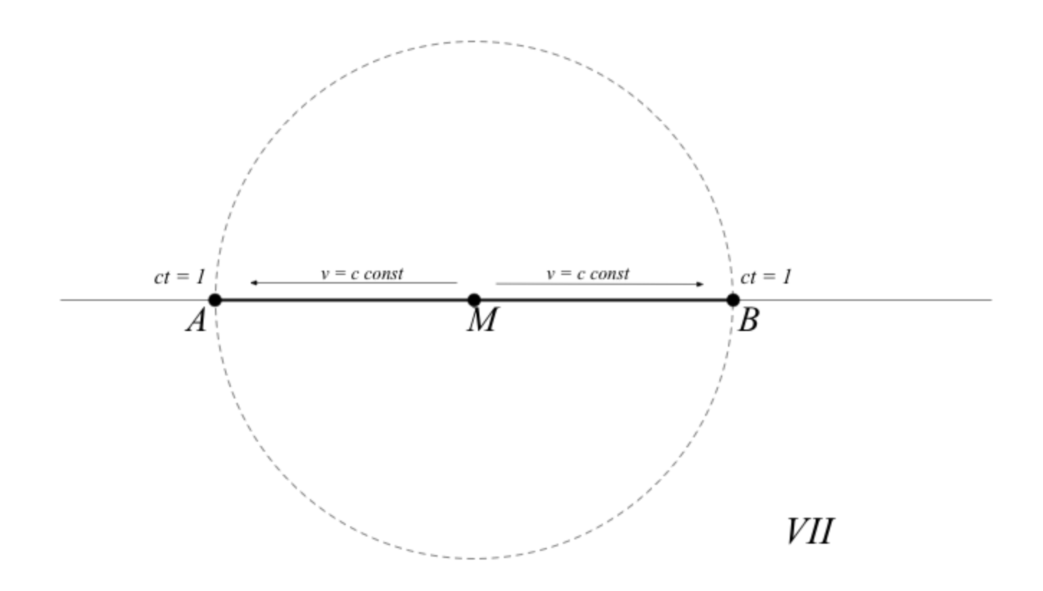
$$[(a,b)=t] \wedge [(c,d)=t] \Rightarrow [(b,d)=t] \wedge [(a,c)=t] \wedge [(b,c)=t] \wedge [(a,d)=t]$$

4. Die Ausgangsdefinition und ihre Voraussetzungen erlauben es zu behaupten, dass die genannten Umstände im Vakuum richtungsunabhängig unveränderlich bleiben (d.h. universalgültig sind).

Formen.

1. Die Gerade

Vorausgesetzt die genannten **Konsequenzen** sind gültig, so ist es legitim zu behaupten, dass das folgende Bild, eine zulässige Methode illustriert, die Gleichzeitigkeit eines beliebigen Punktepaares AB, bezogen auf den Mittelpunkt M der Entfernungsstrecke AB, zu bestimmen.



These: Wir sind somit berechtigt nicht nur zu behaupten, dass die aus M ausgesandten Lichtimpulse bei den Punkten A und B **gleichzeitig** empfangen werden, sondern auch, dass diese, bezogen auf den Mittelpunkt M der Strecke AB, gleichzeitig **sind.**

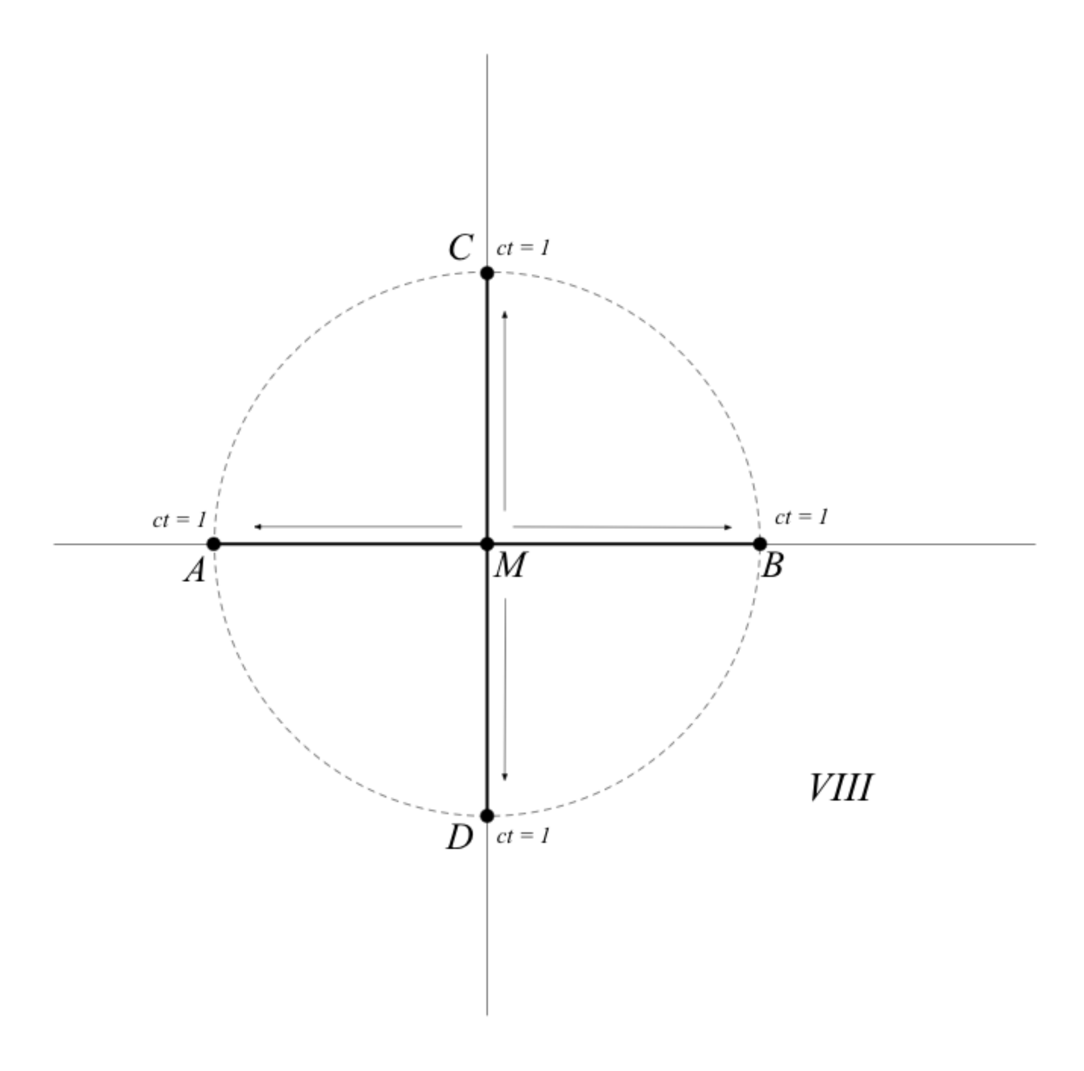
Beweis: Wären A und B Kleinstädte in der Schweiz und wäre die Entfernung zwischen ihnen genau bekannt und wäre M genau in der Mitte der Strecke platziert, welche die Bahnhöfe in A und in B verbindet, so würden die Lichtimpulse, die kugelförmig aus M ausgesandt werden, die Bahnhöfe in A und in B gleichzeitig erreichen. Würden die Lichtimpulse zusätzlich als Synchronisierungs-Referenzsignale der Uhren verwendet, welche in beiden Bahnhöfen die Zeit angäben, so würde in A und in B **dieselbe** (synchronisierte) Zeit gemessen, womit die Behauptung zulässig wäre, sämtliche Ereignisse in A und in B geschähen gleich-zeitig, qed.

Vereinbarung:

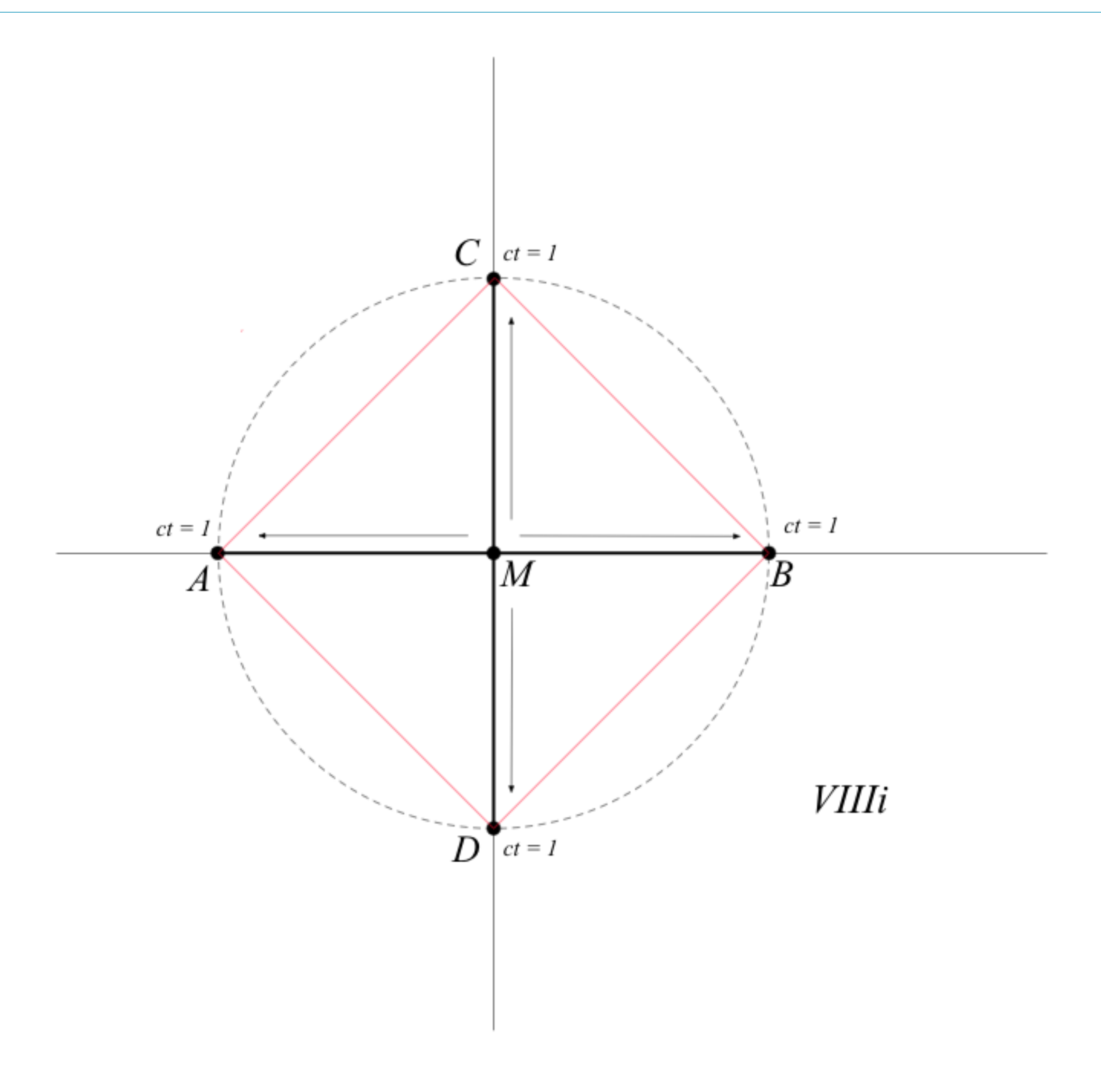
Obiger Beweis gilt für sämtliche Punktepaare innerhalb eines ein-, zwei- oder mehrdimensionalen Raumes. Er wird daher für multidimensionale Punktekonstellation-Konstruktionen nicht wiederholt (werden müssen).

2. Die Fläche

Vorausgesetzt die genannten **Konsequenzen** sind gültig, dann ist es zulässig zu behaupten, dass das folgende Bild eine legitime Methode illustriert, die Gleichzeitigkeit einer symmetrischen zweidimensionalen Punkte-Mannigfaltigkeit zu bestimmen. Diese Gleichzeitigkeit bezieht sich auf den Symmetrie-Mittelpunkt dieser Mannigfaltigkeit und betrifft sämtliche Punkte, welche innerhalb einer "Momentaufnahme" von einer aus M ausgesandten, kugelförmigen Licht-Signalfront erfasst werden.



Wir sind dabei berechtigt nicht nur zu behaupten, dass die aus M ausgesandten Lichtimpulse bei den Punkten A,B,C,D gleichzeitig empfangen werden, sondern auch, dass die Punkte A,B,C,D, bezogen auf den Mittelpunkt M der Strecken AB / CD gleichzeitig sind, und dass, wenn die Punktepaare AB und CD gleichzeitig sind, all ihre möglichen Verbindungen, welche nicht durch M hindurchgehen, geometrisch, Indikatoren ihrer Gleichzeitigkeit sind (VIIIi: rot gezeichnet).



Behauptung δ: Trotzdessen, dass sich Distanzen zwischen den Punkten A,B,C,D und dem Bezugsmittelpunkt M, von den Distanzen zwischen den Punkten AD, DB, BC und CA (VIIIi) unterscheiden, indizieren die Verbindungslinien AD, DB, BC und CA (rot gezeichnet) die Gleichzeitigkeit innerhalb ein und derselben Gegenwart genauso, wie die Verbindungslinien zwischen den Punkten A,B,C,D und dem symmetrischen Bezugsmittelpunkt M. Es gilt in jedem Fall:

$$[(a,b)=t] \wedge [(c,d)=t] \Rightarrow [(b,d)=t] \wedge [(a,c)=t] \wedge [(b,c)=t] \wedge [(a,d)=t]$$

Die Gleichzeitigkeit erweist sich hier, außer dass sie verständlicherweise als eine physikalische Eigenschaft der Systeme verstanden wird, als eine "*geometrische* Eigenschaft" zweiter Ordnung.

(Setzt man die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und die symmetrische Mittelposition des Punktes M als axiomatische Bedingung der Konstruktion voraus, und dann, gerade aus Grund ihrer Selbstverständlichkeit, sogleich aus dieser entfernt, so erweist sich in Folge die **Symmetrie** der Punkte-Anordnung *entscheidend* für die Ermittlung und für die Bestimmung ihrer potenziellen Gleichzeitigkeit).

Die geometrische (symmetrische bezüglich M) Anordnung der Punkte, erweist sich also genauso dazu geeignet, die Gleichzeitigkeit bezogen auf die Form der Signalfront (der Lichtimpulse) zu ermitteln, wie die Kugelförmichkeit der Signalfront selbst und die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit innerhalb der physikalischen Anordnung (AB-CD).

Es zeigt sich also, dass die Dreh-Symmetrie bezüglich eines Symmetrie-Mittelpunktes, als geometrische Eigenschaft, zur Bestimmung der Gleichzeitigkeit der geeigneten Punkte der Mannigfaltigkeit verwendet werden kann.

Es ist zu beachten, dass eine *Gleichzeitigkeit sämtlicher Punkte*, welche sich innerhalb ein und derselben Gegenwart auf der gesamten kugelförmigen "Oberfläche" der Signalfront eines aus M ausgesandten Lichtsignals befinden, unter diesen Umständen notwendig angenommen werden muss *(Gleichzeitigkeit der gesamten Signalfront bedingt durch das Prinzip der Konstanz der Lichtgesvhwindigkeit im Vakuum)*. Die Tatsache, dass wir hier, wie Einstein, bloß einige wenige Punkte dieser "Signalfront-Oberfläche" betrachten, welche diesem Kriterium tatsächlich genügen (beispielsweise Punkte A und B), ist zufällig und sollte nicht darüber hinwegtäuschen, dass es von solchen geeigneten Punkten auf der Kugeloberfläche einer Licht-Signalfront unendlich viele geben muss, sonst, wie sich Einstein ausdrückte, „könnte man an dem Prinzip der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit nicht festhalten".

Drehsymmetrie als Bezugssystem.

Wenn von einer geometrisch bedingten Gleichzeitigkeit einer Punktekonstellation gesprochen wird, dann wird stets von einer Drehsymmetrie dieser Punktekonstellation bezüglich ihres Symmetrie-Mittelpunktes gesprochen.

Gleichzeitigkeit einer geeignet angeordneten Mannigfaltigkeit.

Wenn von einer Gleichzeitigkeit einer Punktekonstellation (einer symmetrisch angeordneten Mannigfaltigkeit) gesprochen wird, dann wird stets von einer

Momentaufnahme einer Licht-Signalfront gesprochen, welche aus der symmetrischen Mitte dieser Konstellation kommend, innerhalb ein und derselben Gegenwart die besagte Punktekonstellation exakt (und ganzheitlich) **erfasst**.

Ich sehe mich berechtigt, die Gleichzeitigkeit der Punkte einer beliebigen, drehsymmetrischen Punktekonstellation als eine bezugssystem-unabhängige Gleichzeitigkeit (als eine Gleichzeitigkeit an sich) zu betrachten. Sie ist dann nämlich geometrisch bedingt und entspricht zudem vollständig dem von mir definierten Gleichzeitigkeitsbegriff.

Definition der Gleichzeitigkeit.

Zwei oder mehr Ereignisse geschehen oder sind gleichzeitig, wenn sie innerhalb einer und derselben Gegenwart geschehen.

Ihre physikalischen Voraussetzungen, wie etwaige Bezugssysteme, Signalgeschwindigkeiten, Konstanzen etc., sind dann als kausale Verbindungen außer Acht zu lassen, denn es kann prinzipiell **keine** wie auch immer geartete kausale Verbindung **innerhalb der Gegenwart** existieren.

Die geometrisch bedingte Gleichzeitigkeit.

These: Die Gleichzeitigkeit muss nicht, wie noch von Einstein gefordert, durch synchronisierte Uhren "angezeigt" werden, sie kann auch als ein völlig bezugsfreies Phänomen beschrieben werden.

Beweis: Wir sprechen von einer bezugsfreien (nicht bedingten) Gleichzeitigkeit dann, wenn wir die Gleichzeitigkeit zweier oder mehrerer Punkte meinen, welche **innerhalb ein und derselben Gegenwart**, faktisch oder potenziell, durch eine kugelförmige und homogene, aus ihrem gemeinsamen Symmetrie-Mittelpunkt kommende Licht-Signalfront erfasst werden.

Demnach reicht es aus, wenn bei geeigneten Punkten p,q,r geometrische Voraussetzungen der Symmetrie erfüllt sind, um auch ihre (potenzielle) Gleichzeitigkeit zu behaupten.

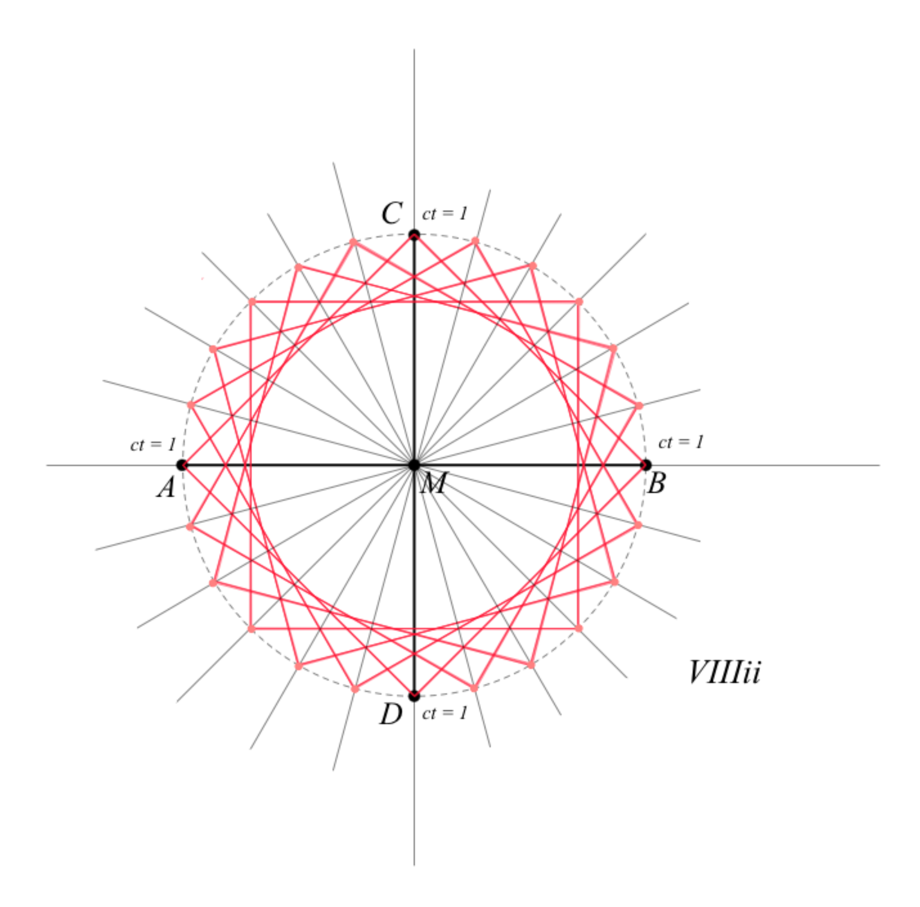
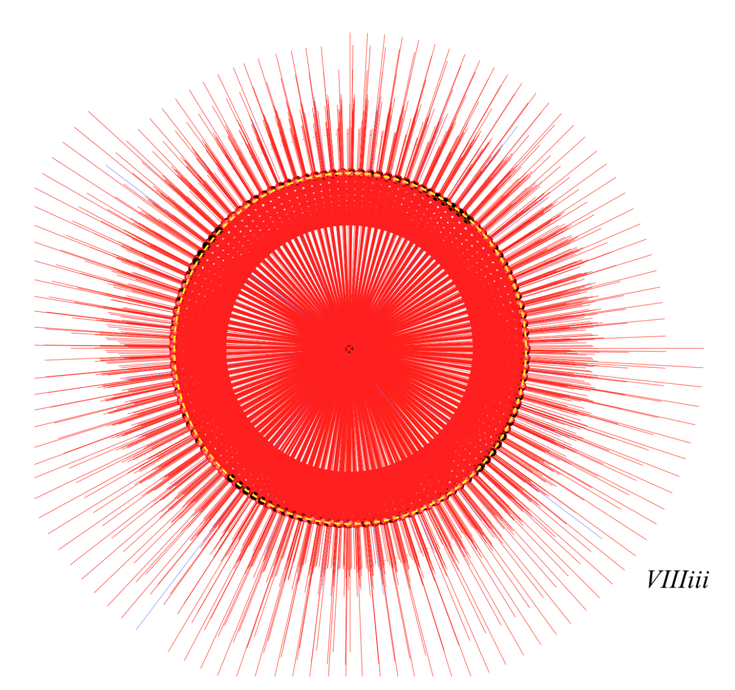


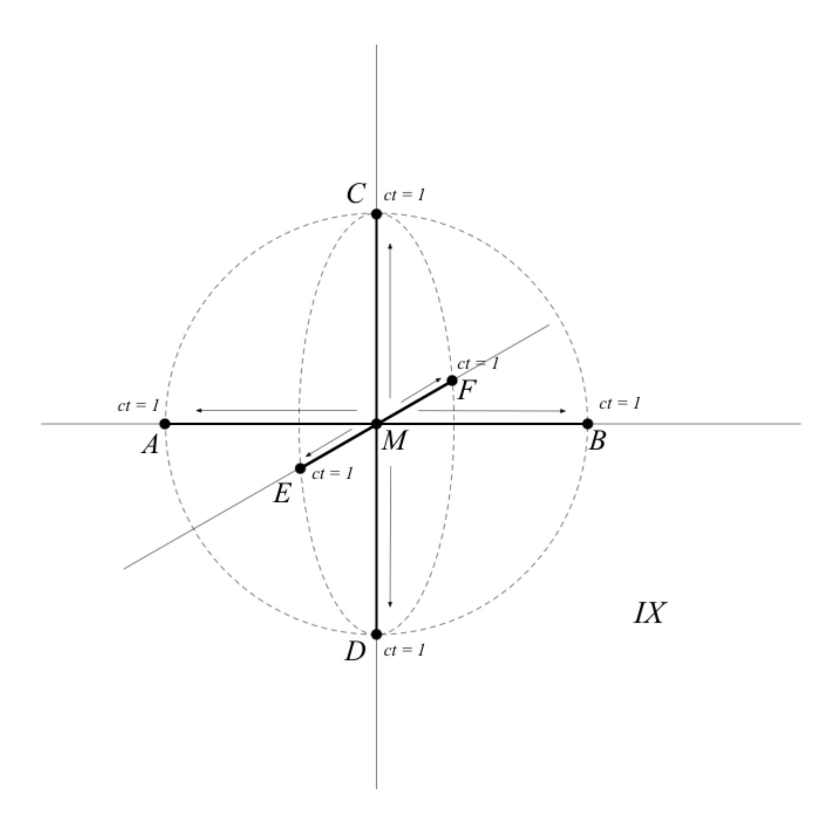
Bild VIIIii: Drehung der Anordnung [VIIIi] um den Symmetrie-Mittelpunkt M in 15° Schritten (Großkugel-Schnitt-Rotation), um die geometrische Gleichzeitigkeit der Punkte auf der Signalfront-Oberfläche zu veranschaulichen.

Bild VIIIiii: Drehung der Anordnung [VIIIi] um den Symmetrie-Mittelpunkt M in 3° Schritten (Großkugel-Rotation / eine einzige Rotationsebene / 120 involvierte Punkte)

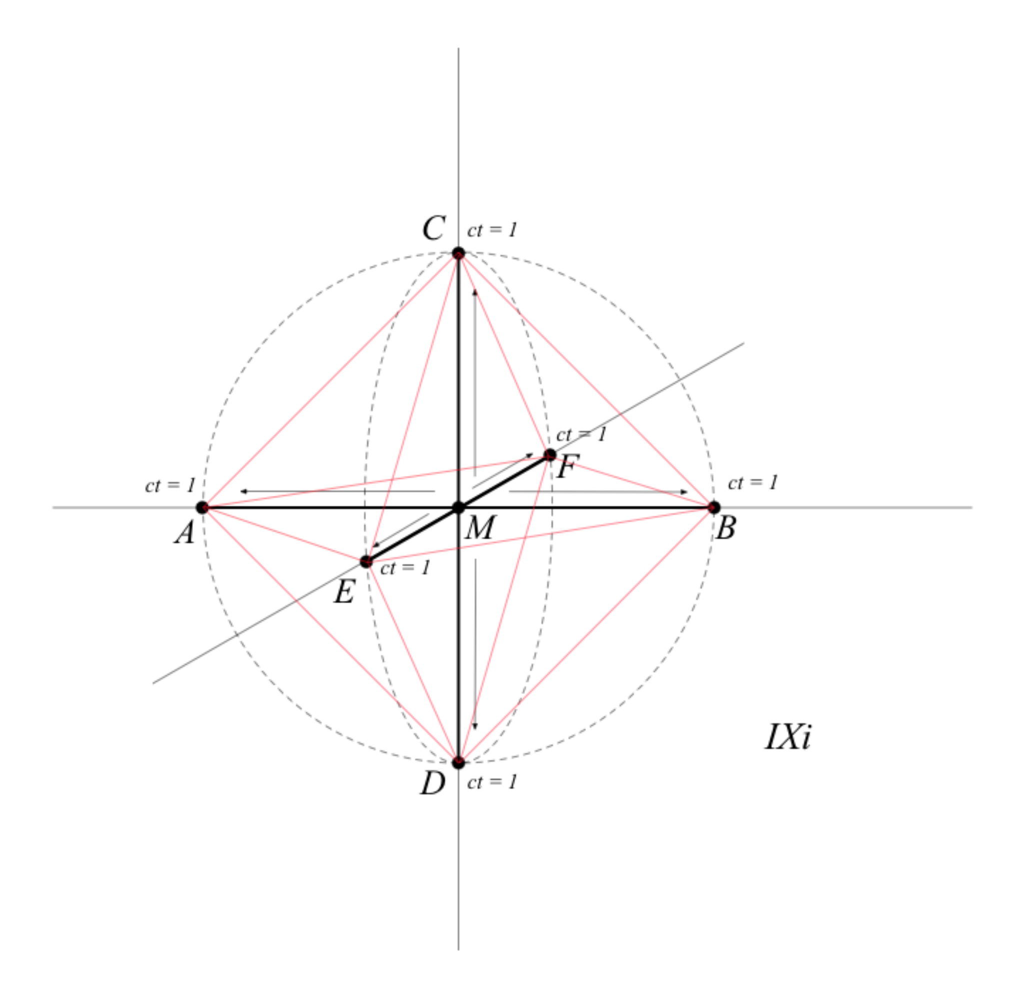


3. Der Raum

Vorausgesetzt die genannten **Konsequenzen** sind gültig, so ist es legitim zu behaupten, dass das folgende Bild eine zulässige Methode illustriert, die Gleichzeitigkeit einer symmetrischen dreidimensionalen Punkte-Mannigfaltigkeit zu bestimmen. Diese Gleichzeitigkeit bezieht sich auf den Symmetrie-Mittelpunkt M der Punkte-Mannigfaltigkeit und betrifft sämtliche Punkte, welche innerhalb ein und derselben Gegenwart von einer aus M kommenden, kugelförmigen Licht-Signalfront erfasst werden.



Wir sind dabei berechtigt nicht nur zu behaupten, dass die aus M ausgesandten Lichtimpulse bei Punkten A,B,C,D,E,F gleichzeitig empfangen werden, sondern zugleich auch, dass diese Punkte, bezogen auf den Mittelpunkt M der Strecken AB,CD,EF gleichzeitig sind, und dass, wenn die Punktepaare AB,CD,EF gleichzeitig sind, auch all ihre möglichen Verbindungen, welche nicht durch M hindurchgehen, geometrisch, Indikatoren ihrer Gleichzeitigkeit sind (diese Verbindungen sind in der Illustration IXi rot gezeichnet).



Behauptung δ:

Trotzdessen, dass sich Distanzen zwischen den Punkten A,B,C,D,E,F und dem Bezugsmittelpunkt M, von den Distanzen zwischen den Punkten AD, DB, BC, CA, DE, DF, CE, CF (IXi) unterscheiden, so indizieren die Verbindungslinien AD, DB, BC, CA, DE, DF, CE, CF die Gleichzeitigkeit der einzelnen Punkte innerhalb ein und derselben Gegenwart genauso, wie die Verbindungslinien zwischen den Punkten A,B,C,D,E,F und dem Bezugsmittelpunkt M. Es gilt dann in jedem Fall:

$[(a,b)=t] \wedge [(c,d)=t] \wedge [(e,f)=t] \Rightarrow [(b,d)=t] \wedge [(a,c)=t] \wedge [(b,c)=t] \wedge [(a,d)=t] \wedge [(a,e)=t] \wedge [(a,f)=t] \wedge [(e,b)=t]...$

Das bedeutet, dass die M-Symmetrie der Anordnung (AB, CD, EF) nicht das einzige Indiz für die Gleichzeitigkeit der Anordnung ist (dies bedeutet, dass die Symmetrie der Anordnung (AB, CD, EF) bezüglich ihres Mittelpunktes M nicht allein entscheidend ist, für die Bestimmung der Gleichzeitigkeit innerhalb dieser), sondern, dass *auch* die **Symmetrie** der Anordnung selbst, als ein solches Indiz betrachtet werden kann.

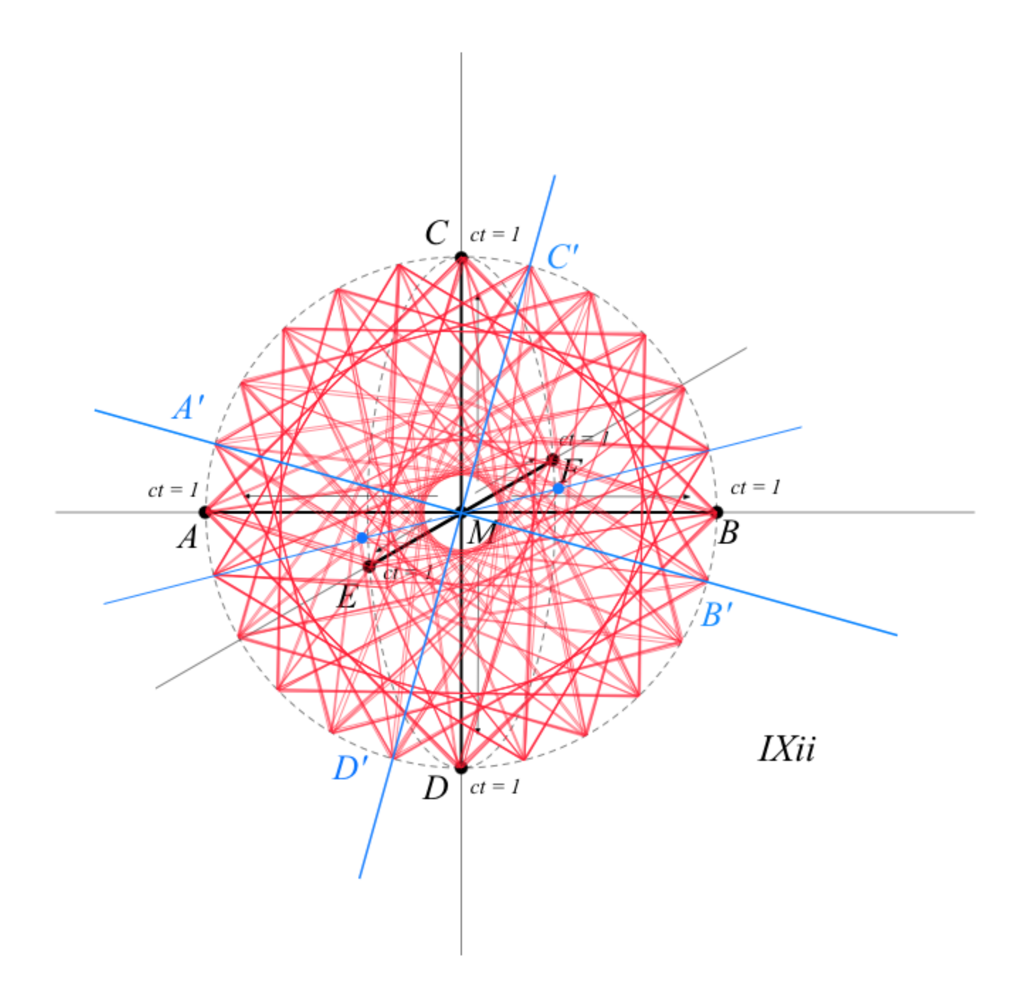


Bild IXii: Drehung der Anordnung [IXi] um den Symmetrie-Mittelpunkt M in 15° Schritten (Großkugel-Schnitt-Rotation), um die geometrische Gleichzeitigkeit der Punkte auf der Signalfront-Oberfläche zu veranschaulichen.

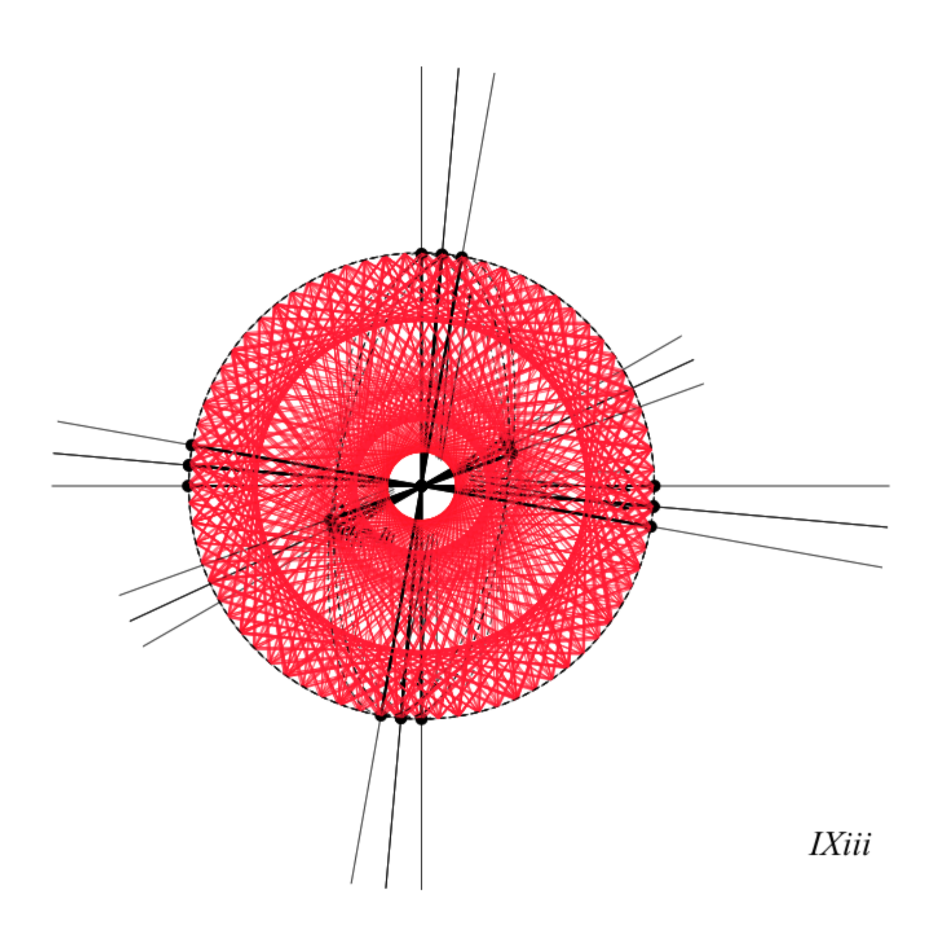
Die Gleichzeitigkeit gilt für jeden Punkt, den die kugelförmige Licht-Signalfront innerhalb einer singulären Gegenwart erfasst. Sie gilt also (innerhalb ein und derselben Gegenwart) für sämtliche Punkte der "Kugeloberfläche" der Licht-Signalfront.

Im Bild [IXii] wird eine Rotation der in [IXi] dargestellten Punkteverbindungen (rot dargestellt) innerhalb des dreidimensionalen Kontinuums um den Symmetrie-Mittelpunkt M in Schritten von 15° dargestellt und unten (IXiii) in Schritten von 5° innerhalb einer einzigen Schnittebene. Dies um zu zeigen, dass die Gleichzeitigkeit nicht nur die Punkte der Kugeloberfläche einer Licht-Signalfront betrifft, sondern auch sämtliche Punkte, die sich **innerhalb** dieser Kugeloberfläche befinden. Zu bedenken gebe

ich somit, dass um die reellen Verhältnisse wiederzugeben die Rotationsabstände unendlich dicht, sowie sämtliche Punkte und sämtliche Rotationsebenen *innerhalb* der kugelförmigen Licht-Signalfront in die Rotation involviert sein müssten.

Fazit ist, dass, vorausgesetzt **Behauptung δ** zutrifft, nicht nur jeder Punkt, den die Licht-Signalfront innerhalb ein und derselben Gegenwart erfasst, für gleichzeitig betrachtet werden muss ("gleichzeitig" im Sinne einer von uns definierten, bezugsfreien Gleichzeitigkeit an sich), sondern auch jeder Punkt **innerhalb** der Signalfront. Dies gilt für jede aktuelle, sowie für jede vergangene und jede zukünftige Position einer beliebigen tatsächlichen oder potenziellen Licht-Signalfront.

Dies ist der zweite, nunmehr universalgültige Beweis der absoluten Gleichzeitigkeit.



Rotation einer einzelnen Kugel-Oberfläche-Projektion des dreidimensionalen Kontinuums [IXi] um den Symmetrie-Mittelpunkt M in Schritten von 5° ((Großkugel-Rotation / eine Rotationsebene / 120 involvierte Punkte)

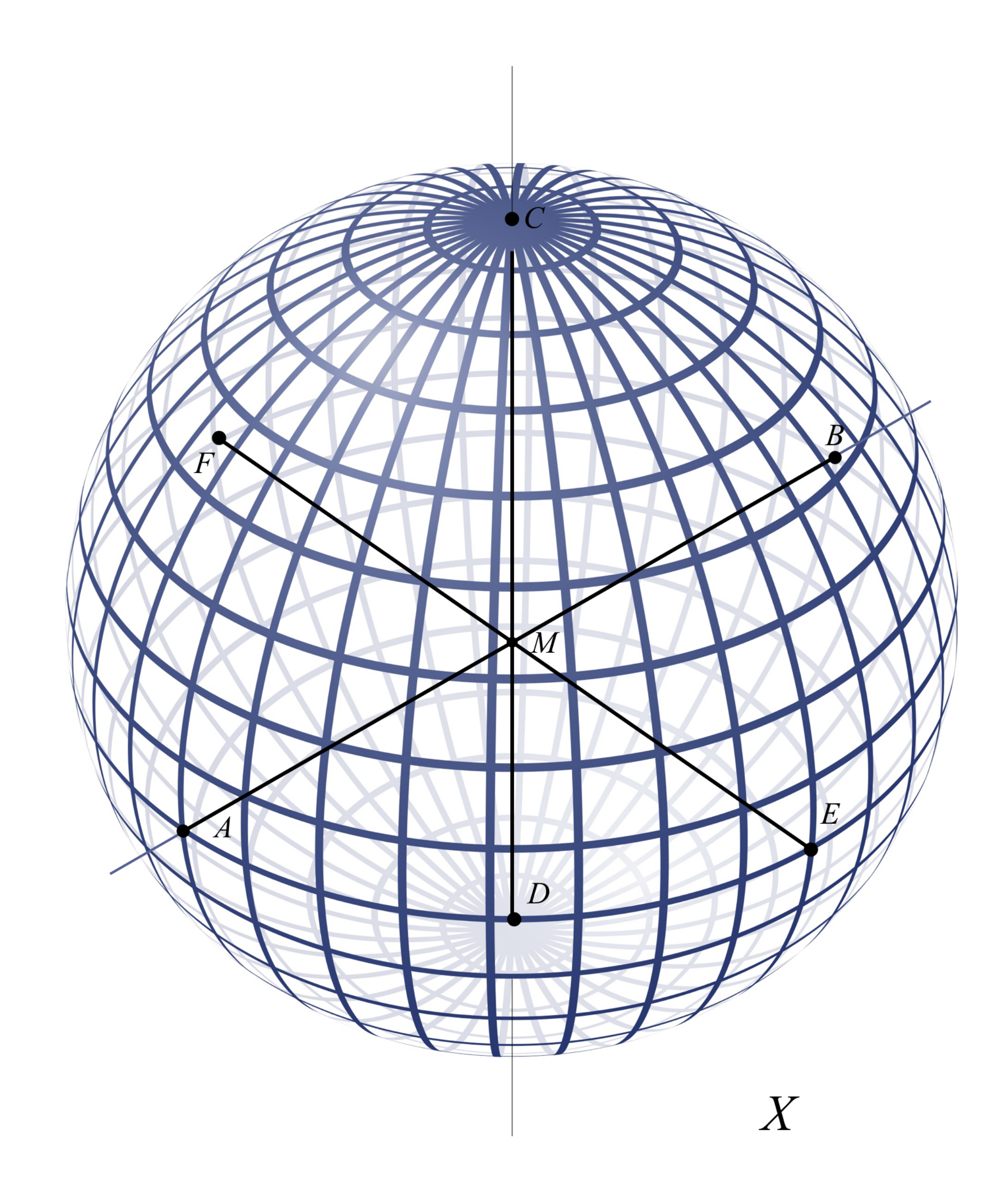


Bild Credit: Wikipedia.

Feststellung:

Wir stellen fest, dass die Gleichzeitigkeit (der Punkte AB bezogen auf M) innerhalb der Anordnung, welche wir unserer Bemühung zugrunde gelegt haben (Ausgangsthese), aus dem Grunde notwendig angenommen werden muss, dass erstens das Lichtsignal, welches Punkte A und B erreicht, aus der symmetrischen Mitte (M) der Punkte AB kugelförmig in alle Richtungen ausgesandt wird, dass zweitens dieser Anordnung vorausgesetzt wird, dass das Licht sich dabei in alle Richtungen mit konstanter

Geschwindigkeit ausbreitet, und dass drittens (deshalb) anzunehmen ist, dass anhand der Symmetrie der Punkte A und B bezüglich des Symmetrie-Mittelpunktes M, die Punkte A und B durch die Licht-Signalfront des aus M kommenden Signals, gleichzeitig erreicht werden. Es ist nebenbei als selbstverständlich anzunehmen, dass dieselbe Gleichzeitigkeit, welche innerhalb ein und derselben Gegenwart bei den Punkten A und B festgestellt wird, für sämtliche Punkte der gesamten Licht-Signalfront (welche aus Grund der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit im Vakuum, als die Oberfläche einer Kugel vorzustellen ist) gültig ist.

Unsere Erwägungen haben gezeigt, dass die besagte Gleichzeitigkeit nicht nur Punkte A und B und nicht nur sämtliche Punkte, welche die Signalfront eines aus M kommenden Lichtsignals innerhalb einer Gegenwart erfasst, sondern auch sämtliche Punkte, welche sich (innerhalb dieser Gegenwart), innerhalb der besagten Signalfront befinden, betrifft.

Unsere Überlegung führt zum Fazit:

Es ist anzunehmen, dass eine absolute und bezugsfreie Gleichzeitigkeit, neben der relativen (bezugssystem-bedingten) Gleichzeitigkeit existiert. Diese kann aufgrund der geometrischen Kugel-Symmetrie eines jeden Punktes des Kontinuums konstruiert werden.